

Lehre von der Elektricität *).

Man kann sich die Elektricität als eine höchst feine, unwägbare, elastische Flüssigkeit vorstellen, über deren Natur zwei verschiedene Ansichten aufgestellt worden sind.

Nach der einen Ansicht gibt es nur ein einziges elektrisches Fluidum, von welchem eine gewisse Menge in allen Körpern sich befindet, um ihren sogenannten natürlichen Zustand zu bilden, d. h. den Zustand, in welchem an ihnen keine elektrische Erscheinungen wahrnehmbar sind. Erst wenn die Körper entweder mehr elektrisches Fluidum erhalten, als sie in ihrem natürlichen Zustand besitzen, oder wenn sie einen Theil desselben verlieren, zeigen sich an ihnen die elektrischen Erscheinungen: Ueberschuss des elektrischen Fluidums bringt das hervor, was man *Glas-Elektricität* oder *positive Elektricität*, Abnahme das, was man *Harz-Elektricität* oder *negative Elektricität* nennt, und die Benennung *positive* und *negative Elektricität* bezieht sich ursprünglich auf diese Theorie, welche ein einziges elektrisches Princip annimmt, und welche man nach Franklin die *franklinsche Theorie* oder die *Theorie der Unitarier* nennt.

Nach der andern Ansicht gibt es zwei ihren Eigenschaften nach sehr ähnliche, und doch in ihrem Verhalten zu einander selbst gerade entgegengesetzte elektrische Fluida, welche, indem sie sich mit einander in dem gehörigen

*) Da sich die Theorie der chemischen Verbindungen hauptsächlich auf die Lehre von der Elektricität stützt, so glaubte ich diese Lehre hier um so weniger ganz umgehen zu dürfen, als ich nicht selten die Erfahrung machen musste, dass die Studirenden der Chemie nicht einmal mit den Principien derselben gehörig bekannt sind.

gen Verhältniss verbinden, den sogenannten natürlichen Zustand, d. h. denjenigen Zustand hervorbringen, in welchem sich keine elektrische Erscheinungen wahrnehmen lassen. Die eine dieser elektrischen Flüssigkeiten nennt man *positive*, die andere *negative* Elektrizität, mehr um sie von einander zu unterscheiden, als dass man diesen Benennungen einen reellen Werth beilegen wollte, wie er ihnen nach der ersten Ansicht wirklich beigelegt werden muss *). Man hat diese Theorie die Symmer'sche oder *dualistische Theorie* genannt.

Ungeachtet die Franklinsche Theorie durch grössere Einfachheit sich empfiehlt, und nach ihr die elektrischen Erscheinungen ebenfalls erklärt werden können, und ungeachtet es keinen positiven Beweis gibt, der für die physische Realität der einen oder der andern der beiden Ansichten spräche, so ist jedenfalls die dualistische Theorie für die Entwicklung der Beziehung der Elektrizität zu den chemischen Erscheinungen besser geeignet, und ich werde daher diese Theorie bei den künftigen Erörterungen zu Grunde legen.

Da es nach der dualistischen Theorie zwei verschiedene elektrische Fluida gibt, die, wenn sie sich in gehörigen Verhältnissen mit einander verbinden, den Zustand der Körper hervorbringen, in welchem keine elektrische Erscheinungen wahrgenommen werden, so können wir uns diese so mit einander verbundenen Fluida als ein einziges aus den beiden Fluidis zusammengesetztes Fluidum vorstellen, wel-

*) Die Benennung positive, oder + Elektrizität, und negative oder — Elektrizität lässt sich auch in dieser Ansicht insofern rechtfertigen, als beide Elektrizitäten durch ihre Verbindung mit einander im gehörigen Verhältniss, sich gegenseitig neutralisiren, und einen in Beziehung auf elektrische Erscheinungen indifferenten Zustand hervorbringen.

ches keine elektrischen Erscheinungen äussert, und welches wir *Elektricum* nennen wollen. Wir können dieses Elektricum einem neutralen Salz vergleichen: es wird durch verschiedene Veranlassungen in seine Bestandtheile, d. h. in positive und negative Elektrizität zersetzt, wie ein neutrales Salz in Basis und Säure zersetzt werden kann. Nicht das Elektricum selbst, sondern erst diese Bestandtheile des Elektricums offenbaren elektrische Erscheinungen, welche in Anziehungen und Abstossungen bestehen, so dass Körper, welche dieselbe Art von Elektrizität (beide positive oder beide negative) besitzen, einander abstossen, während Körper, die mit verschiedenen Arten von Elektrizität beladen sind, einander anziehen. Um diese Abstossungs- und Anziehungs-Erscheinungen bemerkbar zu machen, müssen beide Körper leicht beweglich seyn: ist es nur der eine derselben, so kann nur dieser von dem andern angezogen oder abgestossen werden.

Das Elektricum kann, wie schon bemerkt wurde, auf verschiedene Arten in seine Bestandtheile zersetzt und es können daher elektrische Erscheinungen auf verschiedene Weise hervorgebracht werden.

Elektricitäts - Entwicklung durch diejenige mechanische Einwirkung der Körper auf einander, wie sie beim Reiben statt findet.

Die gewöhnlichste Art, das Elektricum zu zersetzen, ist die, dass man zwei Körper an einander reibt; immer nimmt dabei der eine Körper positive, der andere negative Elektrizität an. Wie durch das Reiben das Elektricum zersetzt werde, ist gänzlich unbekannt, auch hängt es zum Theil von sehr unbedeutenden Umständen ab, welche besondere Art von Elektrizität ein Körper durchs Reiben erhält, denn

denn er wird nicht nur, wenn er mit einem andern Körper gerieben positiv elektrisch wird, durch Reibung mit einem dritten negativ elektrisch werden können, sondern er wird auch, wenn er z. B. erwärmt wird oder nicht, wenn seine Oberfläche polirt ist oder nicht, mit einem und demselben Körper gerieben, bald positive bald negative Elektrizität annehmen; ja er wird sogar, wenn er mit einem ihm ganz gleichartigen Körper gerieben wird, elektrisch werden können und zwar, je nach verschiedenen äusseren Umständen, bald positiv, bald negativ. — So wird glattes Glas mit einem Wollenzug gerieben, positiv, mit einem Katzenfell aber gerieben, negativ elektrisch; mattes Glas dagegen wird durch Reiben mit Wollenzug negativ elektrisch. Reibt man eine Scheibe glattes Glas an eine Scheibe mattgeschliffenes, so wird die erstere positiv, die letztere negativ elektrisch; reibt man zwei weissseidene Bänder, die man von demselben Stück abgeschnitten hat, kreuzweise über einander, so dass das eine nach und nach seiner ganzen Länge nach reibt, während das andere blos an einer kleinen Stelle gerieben wird, so nimmt ersteres immer die positive, letzteres die negative Elektrizität an; wird aber ersteres Band vorher stark erhitzt und dauert die Reibung nur so kurze Zeit, dass sich der Temperaturunterschied zwischen ihm und dem andern Band in beträchtlichem Grad erhält, so wird hierdurch der Einfluss der Reibungsart überwogen, und das erstere Band wird jetzt negativ, das letztere positiv elektrisch werden. — Das einzige allgemeine Gesetz für diese Erscheinungen ist aber folgendes: *der reibende und der geriebene Körper nehmen immer entgegengesetzte Elektrizitäten an, der eine die positive, der andere die negative.* Es gilt ferner der Erfahrung nach folgendes allgemeine Gesetz. Wenn der Körper A mit dem Körper B gerieben $+E$. annimmt, (B mithin $-E$.), der Körper B aber mit dem Körper C gerieben ebenfalls $+E$. annimmt (C folglich $-E$.), so nimmt um so mehr, wenn A mit C gerieben wird, A $+E$., C $-E$. an.

Die beiden durch Reibung hervorgerufenen Elektrizitäten

sind, wie schon bemerkt wurde, ihren Eigenschaften nach einander vollkommen ähnlich; zwei mit positiver Elektrizität beladene, bewegliche Körper fliehen einander, stossen einander ab, gerade wie zwei mit negativer Elektrizität beladene Körper einander abstossen; positive und negative Elektrizität sind aber einander insofern entgegengesetzt, als sie ein Bestreben zeigen, einander gegenseitig zu zerstören, indem sie sich durch ihre Verbindung mit einander zu indifferentem Elektricum neutralisiren.

Leiter der El., Nichtleiter, Halbleiter.

Die Elektrizität *) zeigt sich in ihrem Verhalten zu verschiedenen Körpern sehr verschieden. — Einige Körper setzen der Verbreitung derselben durch ihre eigene Substanz keinen merklichen Widerstand entgegen, man nennt solche Körper *Leiter*; andere Körper dagegen führen die Elektrizität nicht selbst fort, verbreiten sie nicht durch ihre eigene Substanz, *Nichtleiter*, oder *Isolatoren*, weil sie, wenn sie elektrisirten Leitern als Unterlage dienen, dieselben von jeder Gemeinschaft mit Leitern, die ihnen Elektrizität entziehen würden, abschneiden. Es gibt übrigens weder einen absoluten Leiter noch einen absoluten Nichtleiter, d. h. es gibt keinen Körper, der der Verbreitung der Elektrizität gar keinen, oder einen unüberwindlichen Widerstand leistete, und es gibt Körper, die sowohl schlechte Leiter als schlechte Nichtleiter sind: solche Körper werden *Halbleiter* genannt. Alle Metalle sind Leiter und zwar sehr vorzügliche; ebenso gehören zu den Leitern das Wasser, überhaupt die meisten tropfbaren Flüssigkeiten, daher auch alle, Wasser oder Salzaufösungen enthaltende, Körper, wie Thiere, frische Pflan-

*) Mit dem Wort Elektrizität bezeichnet man irgend einen der beiden Bestandtheile des Elektricum, d. h. den positiv oder den negativ elektrischen, welcher durch die Zersetzung des Elektricum, z. B. mittelst Reibung, frei gemacht wurde.

zen, der feuchte Erdboden u. s. f., verschiedene Dämpfe, namentlich Wasserdämpfe, daher feuchte Luft die El. leitet, während trockene Luft ein Nichtleiter ist.

Zu den Nichtleitern gehören die trockenen Gummiarten und Harze, wie Gummilack, Bernstein u. s. f., Schwefel, Glas, überhaupt alle Verglasungen, die meisten Edelsteine, Seide, Wolle, Haare, Federn, trockenes Papier, alle trockenen Gasarten, Oele. Viele sonst gut leitende Substanzen werden durchs Austrocknen, so wie viele sonst gut isolirende Substanzen durch Feuchtigkeit zu Halbleitern, so getrocknetes Holz, feuchtes Glas u. s. f.

Die Wärme zeigt theils an und für sich, theils insofern sie die Körper aus dem starren Zustand in den tropfbarflüssigen Zustand versetzt, einen sehr merkwürdigen Einfluss auf die Leitungsfähigkeit für Elektrizität. Die Metalle leiten die El. weniger gut, wenn sie erhitzt werden, als wenn sie kalt sind. Das Schwefelsilber dagegen leitet die El. sehr gut, so lange es heiss ist, sehr schlecht, wenn es kalt ist; ebenso gewinnen Gasarten, wenn sie erhitzt werden, an Leitungsfähigkeit für El., und sie würden wahrscheinlich noch mehr gewinnen, wenn man sie zu gleicher Zeit zusammendrückte und verdichtete. Sehr viele Körper leiten die El. in starrem Zustand sehr wenig, leiten sie aber sehr gut, wenn sie durch Wärme in den tropfbarflüssigen Zustand versetzt werden, wobei sie dann zugleich gewöhnlich eine Zersetzung in ihre Bestandtheile erleiden, so dass es scheinen könnte, die Leitungsfähigkeit hänge von der Zersetzbarkeit ab. So leitet Eis die El. fast gar nicht, während sie Wasser ziemlich gut leitet; eine Menge von Oxyden, von Chlor-, Jod-, Fluor-, Cyan-, Schwefel- Verbindungen, eine Menge von Salzen leiten die El. in starrem Zustand fast gar nicht, dagegen sehr gut in tropfbarflüssigem Zustand, in welchen sie durch Erhitzung versetzt werden, wobei sie eine Zersetzung in ihre Bestandtheile erleiden.

Eine blossige Erweichung, selbst ein syrupartiges Flüssigwerden, ist jedoch nicht hinreichend, solche Körper leitend zu machen, sondern es wird ein vollkommen flüssiger Zustand erfordert, wenn eine bemerkbare Leitungsfähigkeit für El. hervorgerufen werden soll. Hieraus ergibt sich ein merkwürdiger Gegensatz zwischen der Fähigkeit solcher Körper, die Elektrizität zu leiten und zwischen ihrer Fähigkeit, die Wärme zu leiten. So wie nemlich die starre Substanz flüssig wird, verliert sie fast ganz das Vermögen der Wärmeleitung, gewinnt aber in hohem Grade das der Elektrizitätsleitung, so wie sie aber in den starren Zustand zurückkehrt, bekommt sie die Fähigkeit der Wärmeleitung wieder und verliert die der El. Leitung. Man kennt auch einen Körper, das Quecksilberiodid, welcher sich im starren Zustand als isolirend und im flüssigen als leitend erweist, *ohne, wie es scheint, in letzterem Zustand eine Zersetzung zu erleiden.* Auch gibt es mehrere Körper, die weder im festen, noch im flüssigen Zustand die El. leiten, ungeachtet sie Elemente enthalten, von denen man glauben sollte, dass sie sich zu den entgegengesetzten Polen begeben, und desswegen, wie wir später erst erörtern können, die El. leiten würden.

Wenn man einen elektrisirten Leiter mit der Hand berührt, so verliert er augenblicklich alle Elektrizität, weil sie frei auf seiner Oberfläche gegen die Hand sich bewegt und durch diese und den Körper der ganzen Erdoberfläche sich mittheilt. Anders verhalten sich die Nichtleiter: diesen kann man durch die Hand nur diejenige Elektrizität entziehen, welche an der berührten Stelle haftet, weil sie sich auf seiner Oberfläche nicht frei gegen die berührte Stelle zu bewegen kann; man muss, um einem solchen Körper die Elektrizität ganz zu entziehen, denselben an sehr vielen, doch nicht an allen Stellen berühren, weil es, wie schon bemerkt wurde, keinen absoluten Nichtleiter gibt. Wenn man daher mit einem Leiter, z. B. einem Metallstab, den man in der Hand hält, einen Nichtleiter

reibt, so kann ersterer durch das Reiben keine Elektrizität erhalten, weil sie durch die Hand und den Körper sogleich abgeleitet wird; fasst man aber den Leiter nicht unmittelbar mit der Hand, sondern an einem recht trockenen Handgriff aus Harz oder Glas, den man daran befestigt hat, und reibt ihn wie zuvor, ohne ihn aber mit etwas Anderem, als mit dem Reibzeug zu berühren, so wird er wirklich durch das Reiben elektrisch. — Ehmals nannte man irrigerweise die Nichtleiter *idioelektrische*, d. h. an sich elektrische Körper, die Leiter dagegen *anelektrische*, d. h. unelektrische Körper, weil man glaubte, dass nur die ersteren fähig seyen, durch Reiben elektrisch zu werden, während die letzteren bloß die durch Reiben idioelektrischer Körper entwickelte Elektrizität durch Mittheilung anzunehmen vermögen.

Die Elektrizität scheint an der Oberfläche der Leiter nur durch den Druck der Luft festgehalten zu werden, denn wenn man einen elektrisirten Leiter, der durch Unterlagen von Glas oder Siegellack isolirt ist, unter den Recipienten der Luftpumpe bringt, so verliert er bei einem gewissen Grad der Luftverdünnung alle Elektrizität, indem diese mit einem bläulichten Licht nach allen andern Leitern ausströmt, durch welche sie mit dem Erdboden in Gemeinschaft kommen kann. Bei einem unter ähnliche Umstände versetzten elektrisirten Nichtleiter ist dieses zwar auch der Fall, aber die Elektrizität entweicht aus einem solchen weit langsamer. Sie scheint daher an der Oberfläche der Nichtleiter nicht bloß durch den Druck der Luft, sondern ausserdem durch eine Art von Adhäsion festgehalten zu werden, die übrigens wohl auch bei den Leitern (insofern es keine absolute Leiter giebt), nur in weit geringerem Grade, in Betracht kommt.

Bei der Elektrizitäts-Erregung durch Reiben ist noch der sehr wesentliche Umstand zu berücksichtigen, dass wenn *beide* aneinander geriebene Körper isolirt werden, die Menge der entwickelten Elektrizität nur sehr gering ist. Soll

der eine der Körper einen viel höheren Grad von Elektrizität annehmen, so darf der andere Körper nicht isolirt seyn, sondern muss mit dem Boden (durch Metalldrähte) in leitende Verbindung gesetzt werden. Man erhält freilich auf diese Weise nur die eine Art von Elektrizität: will man auch die andere Art erhalten, so muss der Körper, der vorher isolirt war, mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt und nun der andere isolirt werden. — Die Ursache hiervon steht offenbar mit dem Mechanismus, durch welchen die Elektrizität durch Reiben in den Körpern hervorgerufen wird, in einem engen Zusammenhang; diesen Mechanismus kennen wir aber nicht und vermögen also auch nicht, diesen Umstand befriedigend zu erklären. Wir können uns die Sache ungefähr so vorstellen. Wenn zwei isolirte Körper A und B durch Reiben an einander, der eine A, $+e$, der andere B, $-e$ erhalten haben, so behält der Körper A seine $+e$, und der Körper B seine $-e$, ungeachtet die Elektrizität, sey es nun positive oder negative, sobald sie einmal hervorgerufen ist, vermöge der ihr inwohnenden Repulsivkraft, (denn positive El. stösst positive, negative El. negative ab) ein Bestreben zeigt, von dem Körper aus, auf welchem sie sich befindet, auf andere denselben berührende Körper sich zu verbreiten, die $+e$ des Körpers A also auf den Körper B, die $-e$ des Körpers B auf den Körper A theilweise übergehen sollte, und ungeachtet dieser Uebergang durch die Anziehungskraft der $+e$ des Körpers A gegen die $-e$ des Körpers B befördert werden sollte. Dennoch aber erfolgt kein Uebergang, sondern A behält seine $+e$, B seine $-e$. Die Kraft also, welche die Zersetzung des Elektricum bewirkt, muss auch noch nach dieser Zersetzung fortwirken, und sowohl die Repulsivkraft der $+e$ von A und der $-e$ von B, als die Anziehungskraft der $+e$ von A gegen die $-e$ von B überwinden. Diese zu überwindenden Kräfte müssen aber die Kraft, welche beim Reiben Elektrizität entwickelt, selbst schwächen, und letztere würde mehr Elektrizität zu entwickeln vermögen, wenn sie die genannten Hindernisse nicht zu besiegen hätte. Dieses ist aber, wenigstens theilweise, der Fall, wenn der eine der beiden Körper, z. B. B, beim Reiben nicht isolirt wird. Ist nem-

lich B mit dem Boden in leitender Verbindung, so wird seine durch Reiben entwickelte $-e$ augenblicklich abgeleitet: die Kraft, welche die Elektricitäten beim Reiben der Körper A und B entwickelt, hat daher nicht mehr die Anziehungskraft der $-e$ von B gegen die $+e$ von A, und auch nicht mehr die Repulsivkraft der $-e$ von B, vermöge welcher diese $-e$ in den Körper A überzutreten strebt, zu überwinden, indem diese $-e$ ungehindert in den Boden übertreten kann. Hieraus erklärt sich also, warum jetzt A mehr $+e$ beim Reiben annimmt, als früher, so lange B isolirt war.

Uebrigens scheint es an sich klar zu seyn, dass jeder Körper seiner Natur nach nur ein endlicher Quell von Elektricität seyn kann, dass also, wenn beide Körper isolirt sind, der Elektricitätsentwicklungs-Process bald eine Grenze erreichen, ins Unendliche aber fortdauern müsse, wenn der eine der beiden Körper in leitender Verbindung mit dem Boden steht, der beständig neues Electricum zur Zersetzung zuführt.

Mittheilung der Elektricität.

Die durch Zersetzung des Electricums auf irgend eine Weise, z. B. durch Reiben, freigewordene ($+$ oder $-$) Elektricität lässt sich andern, nicht elektrisirten Körpern dadurch, dass man dieselben mit dem elektrisirten Körper berührt, *mittheilen*. Die Mittheilung ist also eine weitere Art, einen nicht elektrisirten Körper elektrisch zu machen. Hauptsächlich sind es Leiter, welche sich zur Annahme der Elektricität durch Mittheilung eignen, weil sich die Elektricität sogleich auf ihrer ganzen Oberfläche verbreitet: Nichtleiter nehmen sie nur an dem Punkt an, an welchem sie mit dem elektrisirten Körper in Berührung kommen; sollen sie eine merkbare Elektricität durch Mittheilung annehmen, so müssen sie mit dem elektrisirten Körper an vielen Punkten in Berührung kommen. Der elektrisirte Körper verliert durch die Mittheilung so viel von seiner Elektricität, als er mitgetheilt hat; ist er selbst ein Leiter, so vertheilt sich dieser Verlust über den ganzen Körper: ist er ein Nichtleiter, so

erleidet nur die berührte Stelle einen Verlust an Elektrizität.

Man hat gefunden, dass sich die Elektrizität *blos auf der Oberfläche der Körper verbreitet*, und nicht in ihr Inneres eindringt; es ist also in Beziehung auf die Menge von Elektrizität, welche ein Körper durch Mittheilung von einem elektrisirten Körper annimmt, ganz gleichgültig, ob der erstere hohl oder massiv ist. — Dieses ist durch folgenden einfachen Versuch erwiesen worden. Ein isolirter kugelförmiger Leiter werde durch Mittheilung elektrisirt. Man umgebe ihn mit dünnen Kappen von Goldpapier (welches ein Leiter ist), die an isolirenden Handhaben befestigt sind und den Körper vollkommen umschliessen. Entfernt man jetzt diese Kappen wieder, indem man sie an den isolirenden Handhaben fasst, so findet man, dass sie dem Körper alle Elektrizität entzogen haben. — Ebenso hat man durch Versuche gefunden, dass die *Qualität* der Körper bei der Vertheilung der freien E. über ihre Oberfläche gar keinen Einfluss auf die Menge derselben hat und nur insofern in Betracht kommt, als die in verschiedenem Grade isolirende Eigenschaft der Körper der Verbreitung der E. auf der Oberfläche mehr oder weniger Widerstand leistet. Dagegen ist die *Form* des Körpers, der von einem elektrisirten Körper E. durch Mittheilung annehmen soll, in Beziehung auf die Menge dieser E. von grossem Einfluss. Isolirte cylindrische Leiter nehmen, *bei gleicher Oberfläche*, von elektrisirten kugelförmigen Leitern nicht nur verhältnissmässig um so mehr E. auf, je länger sie sind, sondern es hat auch die Stelle, an welcher beide Leiter bei der Mittheilung einander berühren, Einfluss auf die Menge dieser E., indem der cylindrische Leiter dann am meisten E. aufnimmt, wenn die Mittheilung an einem seiner Endpunkte geschieht, und um so weniger, je mehr diese Stelle der Mitte des Cylinders näher rückt.

Leiter, welche mit Spitzen versehen sind, nehmen die

Elektricität schon von einer bedeutenden Entfernung aus auf, und lassen sie eben so gerne wieder fahren. Ebene Flächen dagegen theilen sich die E. nicht leicht mit: eine isolirte Metallplatte z. B. kann auf einen durch Reiben elektrisirten Harzkuchen gestellt werden, ohne eine bemerkbare Menge von E. von demselben anzunehmen.

In der Mitte zwischen diesen beiden Extremen (Spitzen und ebenen Flächen) stehen abgerundete Leiter, die schwie- riger als die mit Spitzen versehenen, und leichter als die ebenen Leiter die E. annehmen. Die angeführten Thatsachen sind für die Praxis sehr wichtig.

Die Mittheilung der E. erfolgt, wie schon durch das so eben Gesagte angedeutet ist, nicht blos bei der unmittelbaren Berührung, sondern auch schon in einiger Entfernung. Dann ist die Mittheilung meistens, wenigstens im Dunklen, sichtbar, und geschieht entweder durch Uebergang in Gestalt eines *Funkens*, oder durch Ueberströmung in Gestalt eines *Feuerbüschels*. Funken entstehen in der Regel dann, wenn die Enden der einander genäherten Körper stumpf oder abgerundet sind; Ströme oder Feuerbüschel dann, wenn beide Körper, oder nur einer derselben, in Spitzen sich enden. Wir werden übrigens bald sehen, dass diese sogenannte Mittheilung durch Funken oder Feuerbüschel keine wahre Mittheilung ist, d. h. dass sie nicht in einem blossen Uebertritt des elektrischen Fluidums von einem Körper auf einen andern besteht, dass vielmehr die Mittheilung überhaupt kein so einfaches Phänomen ist, als es auf den ersten Blick zu seyn scheint.

El. Entwicklung durch Vertheilung; elektrische Wirkungskreise.

Wenn uns der Mechanismus, durch welchen das Electricum beim Reiben zersetzt wird und freie Elektricität, positive und negative, zum Vorschein kommt, gänzlich unbekannt ist, so können wir dagegen, sobald wir einmal im

Besitz von freier El. sind, eine Menge von Erscheinungen gewissermaassen voraussehen, welche sich zeigen müssen, wenn eine solche freie E. auf andere Körper, die mit keiner freien E. begabt sind, in Entfernungen einwirkt, welche für die Mittheilung viel zu gross sind. Wir wissen nemlich, dass die E. die ihr gleichnamige Art von E. zurückstösst, die ungleichnamige anzieht: freie E. wird daher, ohne dass sie auf andere Körper überzutreten braucht, vermöge dieser Anziehungskraft eine ähnliche Zersetzung des Elektricum in diesen Körpern bewirken können, wie sie durch das Reiben erfolgt, und es lässt sich im Voraus erwarten, dass je grösser die Intensität der freien E. ist, eine desto grössere Menge von Elektricum, und von um so grösseren Entfernungen aus, zersetzt werden werde. Wir wollen blos den Fall betrachten, wo der Körper, der durch den Einfluss eines in seiner Nähe befindlichen Körpers elektrisch werden soll, ein Leiter ist, weil nur in diesem Fall, wegen der leichten Verbreitung der E. auf seiner Oberfläche, die Erscheinungen auffallend werden. Ein isolirter, auf einem gläsernen Fuss stehender kugelförmiger Leiter A, dem $+E.$ mitgetheilt worden ist, (würde er $-E.$ besitzen, so hätte man blos im Folgenden $+$ und $-$ immer gegeneinander zu vertauschen) befinde sich in der Nähe eines nicht elektrisirten, ebenfalls isolirten cylindrischen Leiters B, so zwar, dass die Entfernung von A und B etwas mehr beträgt, als diejenige Entfernung, bei welcher ein unmittelbarer Uebergang der $+E.$ von A auf B durch einen Funken statt finden kann, d. h. als die sogenannte *Schlagweite*. Die $+E.$ von A wird auf das Elektricum von B zersetzend einwirken: letzteres wird wirklich in $+E.$ und $-E.$ zersetzt, aber seine $-E.$ wird nicht frei, sondern gänzlich durch die $+E.$ des Körpers A gebunden werden; nur die $+E.$ des Elektricum von B wird frei und von der $+E.$ des Körpers A vorzugsweise gegen die von A entfernteren Stellen des Cylinders B zurückgestossen. An wel-

cher Stelle man auch mittelst eines kleinen isolirten Leiters dem Körper B in diesem Zustand Elektrizität entziehen mag, so wird man finden, dass die E., welche er abgibt, immer + E., *nirgends* — E. ist, dass aber der Körper B an seinen von A entfernteren Stellen mehr + E. an den kleinen Leiter abgibt, als an den dem Körper A mehr genäherten Stellen, so dass die freie + E. von seinem dem Körper A abgekehrten Ende gegen das demselben zugekehrte hin beständig abnimmt. Hängt man an dem Cylinder B leinene Fäden (Leinen leitet die E.) auf, an deren beiden Enden Hollunderkügelchen befestigt sind, so werden diese in der Regel an allen Stellen von B mit + E. auseinander gehen; jedoch, wenn die E. von A schwach ist, werden sie gegen die Mitte von B hin nur wenig auseinandergehen, sondern vorzüglich stark nach hinten und nach vornen zu: nach hinten, weil überhaupt die abgestossene + E. gegen das von A entfernteste Ende des Körpers B zurückgedrängt wird; nach vornen zu, weil dort, wegen der grösseren Nähe des Körpers A am meisten Electricum zersetzt wird, und die aus dieser Zersetzung frei werdende + E. einem grossen Theil nach gegen die dort aufgehängten Hollunderkügelchen hingedrängt wird. Man hat sich den Zustand des Körpers B so vorzustellen, dass an seinem dem Körper A zugekehrten Ende am meisten — E., am entgegengesetzten am meisten + E. aufgehäuft ist, so dass die — E. von dem näheren Ende gegen das entferntere, die + E. von dem entfernteren gegen das nähere beständig abnimmt. — Bringt man jetzt den Körper A in eine weit grössere Entfernung von dem Körper B, als diejenige ist, innerhalb welcher die genannten Wirkungen sich äussern, welche letztere man den *Wirkungskreis*, oder die *el. Atmosphäre* eines elektrisirten Körpers nennt, so sind alle elektrische Erscheinungen an dem Körper B verschwunden, und der Körper A hat durch seine Einwirkung auf B nicht nur nichts von seiner E. verloren, sondern sogar weniger E. ver-

loren, als er während dieser Zeit durch die Berührung mit der Luft verloren haben würde, weil seine $+E$. dadurch, dass sie durch die $-E$. von B zum Theil gebunden war, gegen den ableitenden Einfluss der Luft geschützt wurde.

Dass während des Einflusses des $+el.$ Körpers A auf den nicht elektrisirten Körper B, $+E$. an dem von A entfernten Ende von B, $-E$. an dem dem Körper A am nächsten liegenden Ende wirklich angehäuft werde, lässt sich auf die Art nachweisen, dass man dem Körper B eine solche Einrichtung gibt, dass die Verbindung seiner beiden Enden plötzlich aufgehoben werden kann. Man stelle zwei Strohhalmektrometer in eine gerade Linie und verbinde die beiden metallenen Kugeln der Elektrometer durch einen mittelst einer Siegellackstange isolirten dicken Metalldraht, so stellen die Elektrometerkugeln die Enden, der Draht den Körper des Cylinders B vor. Nähert man nun der einen Kugel eine geriebene Glasstange, welche $+E$. besitzt, so werden die Strohhalme beider Elektrometer mit $+E$. divergiren. Nimmt man nun den Metalldraht, indem man denselben an der Siegellackstange fasst, weg, wodurch also der Körper des Cylinders B von seinen beiden Enden getrennt wird, entfernt man hierauf auch die $+el.$ Glasstange, so werden wiederum die Strohhalme beider Elektrometer divergiren, aber nicht mehr beide mit $+E$., sondern blos das von A entferntere mit $+E$., das nähere aber mit $-E$., indem sich die am hintern Ende von B angehäuften $+E$. mit der am vordern Ende angehäuften $-E$. nicht mehr zu 0E. (Elektricum) verbinden konnte, und die geringe Menge von $+E$. am vordern, und von $-E$. am hintern Ende nicht im Stande war, erstere die grosse Menge von $-E$. am vordern, letztere die grosse Menge von $+E$. am hintern Ende zu 0E. zu neutralisiren.

Aus dem Gesagten ergibt sich nun, dass es sehr leicht ist, den Körper B in einen daurenden elektrischen Zustand zu versetzen. Man darf ihn zu diesem Ende, während er unter dem Einfluss von A steht, blos in leitende Verbindung mit dem Boden setzen, indem man ihn mit dem Finger berührt; so wird, wenn A $+E$. hat, die $+E$. von B abge-

leitet, nicht aber dessen — E., welche vielmehr durch die + E. von A gänzlich gebunden ist. Stellt man jetzt den isolirten Zustand von B dadurch wieder her, dass man den Finger entfernt, und entfernt man dann auch den Körper A von demselben, so wird die früher gebundene — E. von B in Freiheit gesetzt, und B zeigt daher jetzt freie — E. — Es ist klar, dass wenn man den Finger von B erst dann entfernen würde, nachdem zuvor der Körper A entfernt worden wäre, auch die in Freiheit gesetzte — E. von B durch den Finger abgeleitet und mithin B keine Spur von freier — E. zeigen würde.

Auf diese Weise erhält also der Körper B immer diejenige Art von freier E., welche der freien E. von A entgegengesetzt ist. Soll daher B + E. erhalten, so muss man dem Körper A — E. mittheilen.

Die angeführte Art, in einem nicht elektrisirten Körper durch den blossen Einfluss der El. eines elektrisirten Körpers von einer Entfernung aus, welche grösser ist, als die, bei welcher E. mitgetheilt werden könnte, elektrische Erscheinungen und sogar einen daurenden elektrischen Zustand hervorzurufen, wird *Erregung der E. durch Vertheilung* genannt. In der That wird auch das Elektricum eines solchen Körpers durch den Einfluss eines elektrisirten Körpers zersetzt und seine Bestandtheile auf der Oberfläche des ersteren ungleich vertheilt.

Jetzt erst, nachdem wir von den elektrischen Wirkungskreisen oder der Vertheilung Kenntniss erhalten haben, ist es uns möglich, die elektrischen Erscheinungen richtiger zu beurtheilen und sie selbst auf einen viel höheren Grad von Intensität zu steigern, als derjenige ist, welchen sie durch blosses Reiben der Körper anzunehmen fähig sind.

Um wieder auf die Mittheilung der E. zurückzukommen, so ist es klar, dass bevor ein elektrisirter Körper einen nicht elektrisirten berührt, er in diejenige Nähe des letz-

teren kommen muss, bei welcher die Erscheinungen der Vertheilung statt finden. Setzen wir, ein + el. Körper A finde sich in einer solchen Nähe von einem nicht el. Körper B, so wird die + E. von A, die - E. von B anziehen und die + E. von B zurückstossen. Vermindert sich die Entfernung von A und B immer mehr, so wird endlich die Anziehungskraft der + E. von A gegen die - E. von B den Widerstand überwinden, den ihr der zwischen A und B befindliche Nichtleiter (die Luftschicht) entgegensetzt: sie werden sich zu OE. verbinden; die + E. von B wird sich jetzt auf dem Leiter B, wenn dieser isolirt ist, frei bewegen und das Resultat nun ganz dasselbe seyn, wie wenn der Körper B alle seine freie + E. von dem Körper A durch unmittelbare Mittheilung erhalten hätte. Dass jedoch bei der wirklichen Ausgleichung, der Körper B doch auch einen Theil der freien + E. aus dem Körper A erhalten müsse, ergibt sich aus folgender Betrachtung. Da die + E. von A einen Theil des Electricums von B zersetzt, so muss die Intensität jener + E. grösser seyn, als die Intensität von + E. dieses zersetzten Electricums, denn sonst würde ja keine Zersetzung erfolgen können; es wird also im Augenblick der Zersetzung die + E. von A vermöge dieser grösseren Intensität zu dem neuen elektrischen Zustand von B ebenfalls das ihrige beitragen.

Wenn die Mittheilung der E. nicht bei der unmittelbaren Berührung, sondern von einer gewissen Entfernung aus erfolgt, so ist die E. meistens, wenigstens im Dunklen, sichtbar und der Uebergang derselben erfolgt, wie bereits bemerkt worden ist, entweder in Gestalt eines Funkens (bei stumpfen oder abgerundeten Körpern) oder in Gestalt eines Feuerbüschels (wenn beide oder nur einer der Körper sich in Spitzen enden). Es scheint, dass die Electricität (positive sowohl als negative) *an sich* nicht leuchtend sey, und dass blos bei der Neutralisation entgegengesetzter Electrici-

täten, d. h. bei der Verbindung von $+E.$ und $-E.$ zu $0E.$ Licht sich entwickle. Wenn sich $E.$ über einen zusammenhängenden Leiter frei verbreitet, so zeigt sich nie elektrisches Licht: dieses kommt aber an allen den Stellen zum Vorschein, wo der Leiter durch Nichtleiter, jedoch auf nicht zu grosse Entfernungen hin, unterbrochen ist. — Wird auf eine Glasröhre eine Spirale von Stanniol aufgeklebt, die auf der einen Seite in eine mit Stanniol überzogene Kugel, auf der andern in einen mit Stanniol überzogenen Stiel sich endet, und berührt man nun mit der Kugel den Conductor einer Elektrisirmaschine, so wird die $E.$ durch die Spirale und den Körper sich entladen, ohne dass eine Lichterscheinung sich zeigt: unterbricht man aber die leitende Spirale dadurch, dass man das Metall an verschiedenen Orten wegnimmt, so sieht man einen elektrischen Funken an allen unterbrochenen Stellen von einem Ende des Stanniols zum andern überfahren. Die $E.$ zersetzt nemlich das Electricum des zunächst liegenden Theils der Stanniolspirale, verbindet sich mit der entgegengesetzten unter Lichtentwicklung und macht die gleichnamige frei, die nun ihrerseits dieselbe Wirkung auf das Electricum des nun folgenden Theils der Stanniolspirale hervorbringt u. s. f.

Elektrisirmaschine.

Wir können jetzt auch beurtheilen, welches die zweckmässigste Art ist, die $E.$ durch Reiben hervorzurufen. Die wesentlichsten Theile der *Elektrisirmaschine* sind die beiden Körper, welche an einander gerieben werden, von denen, wie sich von selbst versteht, der eine so gut wie der andere, als der reibende oder als der geriebene betrachtet werden kann. Gewöhnlich wird ein Cylinder oder eine Scheibe von Glas gegen ein unbewegliches Reibzeug, das durch Federn an das Glas angedrückt wird, durch Umdrehen um eine Axe gerieben. Dieses Reibzeug ist ein seidenes, mit Rosshaaren ausgestopftes Kissen, über welches ein dünnes Kalbleder gezogen wird, das mit einem Amalgam aus Quecksilber, Zink und Zinn eingerieben wird. Es wurde schon erwähnt, dass

wenn eine bedeutende Menge von E. durch Reiben entwickelt werden soll, der eine der beiden geriebenen Körper nicht isolirt seyn darf; gewöhnlich wird das Reibzeug mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt, mithin + E. erhalten, da das Reibzeug - E. entwickelt. Da aber das Glas ein Nichtleiter ist, der geriebene Glascylinder oder die Glasscheibe mithin unmittelbar nur schwache Funken gibt, weil er dem Körper, der den Funken herauszieht, nur die E. der diesem Körper am nächsten liegenden Stelle mittheilt, so verbindet man den Glascylinder oder die Glasscheibe mit einem isolirten metallischen Leiter, welchem das Glas seine durchs Reiben erhaltene E. mittheilt, und aus welchem man nun erst die Funken zieht. Dieser isolirte Leiter heisst der *Hauptleiter*, *erste Leiter*, *Conductor* der Elektrirmaschine. Lässt man diesen Leiter an seinem dem Glascylinder oder der Glasscheibe gegenüberstehenden Ende in Spitzen sich enden, so entsteht zwar nicht leicht ein Funken, aber die Mittheilung erstreckt sich dann auf viel grössere Weiten und erfolgt durch ein anhaltendes, oft mit einem Geräusch begleitetes Ueberströmen, wobei sich im Dunklen die schon erwähnten Feuerbüschel zeigen. — Soll durch die Elektrirmaschine - E. erhalten werden, so bringt man den dem Glas gegenübergestellten Conductor mit dem Boden in leitende Verbindung und bringt nun einen ähnlichen, aber isolirten Conductor, mit dem in diesem Fall isolirten Kissen in Verbindung.

Es lässt sich nun auch diejenige elektrische Erscheinung erklären, deren Kenntniss der aller übrigen vorangiehg, ich meine die Anziehung leichter Körper durch elektrisirte Körper. Schon mehrere 100 Jahre vor *Christus* war es bekannt, dass der geriebene Bernstein (*ἤλεκτρον*, daher der Name Elektricität) leichte Körper aller Art anzieht. Solche Anziehungen finden aber nicht zwischen elektrisirten und nicht-elektrisirten Körpern statt, wie es auf den ersten Blick scheint, vielmehr wird durch den

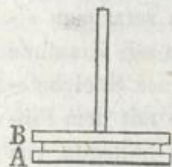
den Einfluss der E. des durch Reiben elektrisirten Körpers auf das Elektricum der leichten Körper dieses letztere zersetzt, seine mit der E. des geriebenen Körpers gleichnamige E. abgestossen und durch den Boden fortgeleitet, während nun der mit der entgegengesetzten E. begabte leichte Körper angezogen wird *). Die Anziehung findet also wirklich zwischen ungleichnamig elektrisirten Körpern statt.

Auf der Elektricitätsentwicklung durch Vertheilung beruhen endlich die wichtigsten elektrischen Instrumente, der *Elektrophor*, die *Leidner Flasche*, der *Condensator* und das *Elektroskop* oder *Elektrometer*, deren allgemeine Beschreibung ich jetzt folgen lasse.

Elektrophor.

Einer isolirten metallenen Scheibe (A) theile man E. (es sey $-E$) mit. Man lege auf diese Scheibe eine Glasscheibe, und auf diese wieder eine metallene Scheibe (B), die an einem isolirenden Stiel befestigt ist.

Durch die gläserne Platte wird die Platte A von der Platte B in gehöriger Entfernung gehalten, und die $-E$. von A verhindert, in die Platte B durch Mittheilung sich zu verbreiten. Die $-E$. von A wirkt aber zersetzend auf das Elektricum von B, bindet dessen $+E$. und stösst dessen $-E$. zurück. Entfernt man nun die Platte B von der Platte A, indem man erstere an ihrem isolirenden Stiel hält, so zeigt B keine freie E., weil sich die zurückgestossene $-E$., die nicht abgeleitet wurde, mit der früher gebundenen, jetzt wieder in Freiheit gesetzten $+E$. zu $0E$. ver-



*) Streng genommen zieht auch der leichte Körper den durch Reiben elektrisirten Körper an, diese Anziehung kann sich aber, wegen der grossen Schwere dieses letzteren, nicht durch eine Bewegung desselben offenbaren.

bindet. Berührt man aber die Platte B, während sie auf der gläsernen Platte liegt, mit dem Finger und leitet auf diese Weise die zurückgestossene $-E.$ ab (wobei ein Funken empfunden wird), hebt hierauf die Platte B an ihrem isolirenden Stiel von der Glasplatte ab, so zeigt sie jetzt die $+E.$ in Freiheit, welche, so lange B in der Nähe von A sich befand, durch die $-E.$ von A gebunden war. Die $-E.$ von A verliert aber hierdurch Nichts, man kann der Platte B ihre $+E.$ entziehen, und sie, so oft man will, auf die angeführte Weise mit neuer $+E.$ laden. Dieser Apparat hat daher den Namen *Elektrophor, beständiger Elektricitäts-Träger* erhalten *).

Man gibt übrigens dem Elektrophor gewöhnlich folgende Einrichtung. Ein ebener, in eine metallene Form ausgegossener Harzkuchen wird durch Peitschen mit einem Fuchsschwanz elektrisirt. Auf diesen Kuchen setzt man eine metallene Platte (Deckel), oder irgend eine mit Zinnfolie überzogene Platte, in deren Mitte ein gläserner Stiel befestigt ist. Man berührt zuerst die Metallplatte mit dem Finger, und hebt sie dann, an ihrem Stiel sie haltend, von dem Kuchen auf: sie zeigt $+E.$, während der geriebene Harzkuchen $-E.$ **) hat. Man sollte glauben, dass in die-

*) Die Erscheinungen des Elektrophors sind ganz und gar dieselben, wie die S. 636. ff. angeführten, denn es ist klar, dass die Metallplatte A jenem kugelförmigen Leiter A, die Metallplatte B jenem cylindrischen Leiter B, die isolirende Glasplatte zwischen A und B aber der isolirenden Luftschicht zwischen dem kugelförmigen Leiter A und dem cylindrischen Leiter B entspricht.

**) Wenn der Deckel des Elektrophors nicht eben ist, wenn er Erhabenheiten, Spitzen an sich hat, so kann er sich laden, ohne dass man nöthig hätte, ihn mit dem Finger zu berühren. Die abgestossene $-E.$ des Deckels kann nemlich in diesem Fall durch seine Spitzen (vergl. S. 634. 635.) zum Theil

sem Fall der Harzkuchen seine — E. der Metallplatte mittheilen werde: aber fürs erste geht, wie oben (S. 635.) bemerkt wurde, die E. von plattenförmigen Körpern auf plattenförmige nur mit grösster Schwierigkeit über, fürs zweite theilt der Harzkuchen, als ein Nichtleiter, seine E. nur von den Stellen aus mit, welche mit dem andern Körper in wirklicher Berührung sich befinden, so dass aus diesen beiden Gründen die E., welche die Metallplatte von dem Harzkuchen durch *Mittheilung* erhält, gar nicht in Betracht kommt. Die Wirkung beruht vielmehr allein auf der Zersetzung, welche das Electricum der Metallplatte durch die — E. des Harzkuchens *von der Entfernung aus* erleidet, und diese Wirkung ist hier um so grösser, als diese Entfernung jedenfalls höchst gering ist.

Die Theorie des Elektrophors fällt übrigens verwickelter, oder doch wortreicher aus, wenn man *alle* Erscheinungen an demselben in Betracht zieht. Die — E. des geriebenen Harzkuchens wirkt nemlich auch zersetzend auf das Electricum der metallenen Form, in welche der Kuchen gegossen ist, und zwar um so stärker, je geringer die Dicke des Kuchens ist. Die + E. der Form wird gebunden, ihre — E. aber, wenn die Form nicht isolirt ist, abgeleitet. Die — E. des geriebenen Kuchens kann mithin nicht alle ihre Kraft auf Zersetzung des Electricums des Deckels verwenden, weil ein Theil derselben auch zur Zersetzung des Electricums der Form verwendet wird. Berührt man nun aber die Form mit einem Finger, hierauf den Deckel mit einem andern, so wird die gebundene + E. der Form sich mit der abgestossenen (freien) — E. des Deckels zu 0 E. verbinden, mithin nun auch der früher durch die + E. der Form beschäftigte Theil der — E. des geriebenen Kuchens eine zersetzende Kraft auf das Electricum des Deckels ausüben, und man wird daher, wenn man den

entweichen, und die zurückbleibende — E. ist nicht mehr im Stande, die beim Aufheben des Deckels frei werdende + E. gänzlich zu neutralisiren; es bleibt also ein Ueberschuss von + E.

Deckel aufhebt, aus demselben einen stärkeren Funken ziehen, als wenn man bloß ihn, und nicht zugleich auch die Form berührt hätte u. s. f.

Leidner Flasche.

Wenn man der einen Seite eines Nichtleiters Elektricität, z. B. positive, mittheilt, während die entgegengesetzte Seite desselben mit dem Boden in Verbindung gesetzt ist, so wird, wenn die Dicke dieses Nichtleiters nicht zu beträchtlich ist, die der ersten Seite mitgetheilte $+E$. zersetzend auf das Elektricum der entgegengesetzten Seite wirken, die $+E$. in den Boden zurückstossen, die $-E$. aber binden. Es wird auf diese Weise eine immer grössere Menge von $+E$. der ersten Seite mitgetheilt werden können, bis endlich diese Seite gar keine E . mehr aufzunehmen fähig ist, vielmehr die weiter ihr zugeführte E . sogleich entweicht, oder bis die auf dieser Seite angehäuften $+E$. sich mit der $-E$. der entgegengesetzten, trotz des Widerstandes des Nichtleiters, zu OE . vereinigt, wobei dieser letztere oft zerspringt.

Gewöhnlich bedient man sich einer gläsernen Flasche, in deren Oeffnung, durch den die Flasche verschliessenden Kork hindurch, ein starker Messingdraht gesteckt ist, der nach aussen in eine Kugel endet, mittelst welcher er die Funken von der Elektrisirmaschine empfängt, nach unten und innen aber mit einigen dünnen, federnden Messingdrä-



ten in Verbindung ist, die sich vermöge ihrer Federkraft an den innern Beleg der Flasche andrücken. Die Flasche muss sowohl von Innen als von Aussen bis auf eine gewisse Höhe mit einem guten Leiter bedeckt, oder, wie man sagt, *belegt* werden, weil das Glas, als Nichtleiter, zunächst nur an der berührten Stelle die mitgetheilte E . annehmen würde. Als äusseren Beleg wendet man immer dünne Zinnfolie (Stanniol) an, die man mit Gummiwasser oder Kleister aufklebt. Ist die Flasche

oben weit genug, so kann man sie auch von Innen mit Stanniol belegen; ist sie aber zu eng, so füllt man sie entweder so weit, als die Belegung reichen soll, mit Schrot, Eisen- oder Messing-Spähnen u. s. f., oder man sucht Messingspähne mittelst Gummiwasser durch Umschwenken an ihrer innern Oberfläche haften zu machen. Die innere und die äussere Belegung dürfen einander nicht zu nahe seyn, weil sonst leicht eine Entladung über den Rand des Glases hinüber erfolgen und die Ladung nie die gehörige Intensität erlangen könnte. Je stärker eine Flasche geladen werden soll, desto grösser muss diese Entfernung seyn, wenn keine Selbstentladung erfolgen soll.

Eine Flasche, deren äussere Seite isolirt ist, kann keine merkliche Ladung annehmen, weil nur dann die der innern Belegung zugeführte E. eine Bindung der ungleichnamigen E. des Elektriums der äussern Belegung hervorbringen kann, wenn dessen gleichnamige E. abgeleitet und neues Elektricum der äusseren Belegung aus dem Boden zugeführt werden kann.

Man kann sich den Vorgang bei der Ladung der Flasche so vorstellen. (Ich nehme an, dass dem inneren Beleg derselben $+E.$ mitgetheilt werde, und nenne diese innere Seite A, die äussere B). Da die $+E.$, welche A in einer gegebenen Zeit erhält, eine Zersetzung des Elektriums in B bewirkt und die $+E.$ des letzteren in den Boden zurückstösst, so muss nothwendig die Menge der $+E.$ von A, welche diese Wirkung hervorbringt, grösser seyn, als die Menge der abgeleiteten $+E.$ von B, denn jene $+E.$ von A bindet die mit der $+E.$ von B verbundene $-E.$ und vermag sie der $+E.$ von B zu entreissen, ungeachtet durch die Entfernung, von welcher aus sie wirkt, ihre Wirkung geschwächt werden muss, während die $+E.$ von B mit der $-E.$ von B unmittelbar verbunden war. Würde man daher die gebundene $-E.$ von B sich mit der $+E.$ von A

zu OE. verbinden lassen, so würde A eine gewisse Menge $+E.$ übrig behalten, weil die $-E.$ von B mit der weggeführten $+E.$ von B, deren Menge geringer ist, als die Menge der $+E.$ von A, OE. gebildet hatte. Wir können demnach behaupten, dass die Menge der gebundenen $-E.$ von B geringer sey, als die Menge der $+E.$ von A, insofern wir diejenigen Mengen von $+E.$ und von $-E.$, welche einander gerade zu OE. neutralisiren, ohne dass $+E.$ oder $-E.$ übrig bleibt, als gleich gross betrachten dürfen. Da die Menge der gebundenen $-E.$ auf B geringer ist, als die der $+E.$ auf A, und da überdiss jene $-E.$ von der Entfernung aus auf die $+E.$ von A wirkt, so kann sie nicht die ganze Menge dieser $+E.$ binden, vielmehr muss ein Theil dieser $+E.$ *frei*, d. h. durch das Elektrometer erkennbar seyn, und blos durch den Druck der Luft auf A festgehalten werden. Die $+E.$ von A besteht also aus 2 von einander zu unterscheidenden Portionen, deren eine durch die $-E.$ von B gänzlich gebunden, die andere dagegen frei ist, und wie jede freie E. durch Leiter der Seite A entzogen werden kann. Es ist wesentlich, hierbei zu bemerken, dass die Menge der $-E.$ von B grösser seyn muss, als die Menge der von ihr gebundenen Portion $+E.$ von A, weil jene $-E.$ von B von der Entfernung aus, nemlich durch die Dicke des Glases hindurch die genannte Portion $+E.$ von A bindet. Wird nun der Seite A neue $+E.$ zugeführt, so wird diese die Zersetzung einer weiteren Portion OE. in B und den mit B verbundenen Körpern bestimmen: dadurch wird die Menge der gebundenen $-E.$ von B vergrössert, und die Anziehungskraft dieser $-E.$ gegen die weiter abzustossende Menge von $+E.$, die durch die Zersetzung der OE. auf B frei wird, verstärkt. Daher muss nun auch die Portion von *freier* $+E.$ auf A, welche das ersetzt, was die Wirksamkeit der $+E.$ auf A wegen der Entfernung verliert, ihrerseits ebenfalls zunehmen, bis diese Menge freier

+ E. auf A, die nur durch den Druck der Luft zurückgehalten wird, am Ende einen solchen Grad von Intensität erlangt hat, dass sie diesem Luftdruck gerade das Gleichgewicht hält. Jetzt wird jede weitere Menge von + E., die der Seite A zugeführt wird, von A nicht mehr aufgenommen werden können und entweichen, die Ladungsflasche befindet sich auf ihrem Sättigungspunkt. Isolirt man in diesem Zustand auch die Seite B der Flasche, so wird man aus dieser Seite mit dem Finger keinen Funken entlocken können, denn die - E. von B ist, wie zuvor, durch die + E. von A gänzlich gebunden. Dagegen wird man einen Funken erhalten, wenn man die Seite A mit dem Finger berührt, indem man alle freie + E. ableitet; dadurch wird dann aber die Seite B in einen andern Zustand kommen, denn ihre - E. war nur durch die Kraft der *ganzen* + E. auf A gebunden; da nun ein Theil dieser + E. abgeleitet ist, so wird nun ein Theil der - E. von B nicht mehr durch die + E. von A gebunden, und nur durch den Druck der Luft auf B festgehalten, d. h. frei werden. Jetzt wird man also aus B einen Funken erhalten, und nachdem dieses geschehen, wird aus demselben Grunde A wieder freie + E. zeigen, die man ableiten kann. So lässt sich also allmähig die geladene Flasche ganz entladen, wenn man dieselbe isolirt, und abwechselnd A und B mit dem Finger berührt.

Es wurde schon bemerkt, dass eine vollkommen isolirte Leidner Flasche keine merkbare Ladung annehmen kann, weil dann die zurückgestossene E. ihrer Seite B nicht zu entweichen vermag. Eine solche in der Luft aufgehängte Flasche nimmt jedoch allmähig eine schwache Ladung an, weil die Luft kein vollkommener Nichtleiter ist; die Flasche ladet sich sogar unter diesen Umständen, wenn ihre äussere Oberfläche mit einigen Spitzen versehen ist, eben so vollkommen, als wenn sie mit dem Boden in Verbindung wäre, weil die

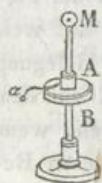
Spitzen das Ausströmen der abgestossenen E. im höchsten Grade begünstigen.

Die Flasche wird entladen, wenn man die entgegengesetzten Elektricitäten ihrer beiden Belegungen A und B in leitende Verbindung mit einander setzt; es ist hinreichend, nur die eine Seite mit dem Leiter zu berühren, und diesen der andern Seite nur so nahe zu bringen, dass die E. derselben die zwischenliegende Luftschicht durchbrechen kann. Bei der Verbindung der Elektricitäten entsteht ein starker Funke und heftiger Knall. Geht die Entladung durch Menschen hindurch, so werden diese mehr oder weniger stark erschüttert; durch die Entladung einer starken *elektrischen Batterie*, welche dadurch gebildet wird, dass man die inneren Belegungen mehrerer Flaschen mit den inneren, so wie die äusseren mit den äusseren in leitende Verbindung bringt, und so gleichsam Eine Flasche aus denselben bildet, können grössere Thiere getödtet werden.

Da bei der allgemeinen Theorie der Leidner Flasche die *Gestalt* derselben gar nicht in Betracht kommt, so versteht es sich von selbst, dass der Nichtleiter, welcher die innere Belegung von der äusseren trennt, irgend eine andere Form, als die einer Flasche, haben kann. Namentlich hat man auch vierseitige oder runde Tafeln von Glas, Harz oder Siegelack, oder von irgend einer andern, nicht leitenden Substanz angewendet, die man auf beiden Seiten mit einer leitenden Belegung (Stanniol) versieht, jedoch so, dass am Rande ein Raum von etwa zwei Zollen unbelegt gelassen wird. Eine solche Tafel kann ganz auf dieselbe Art, wie die Leidner Flasche geladen werden, und Alles, was von dieser gesagt worden ist, gilt auch für jene. Eine solche, auf beiden Seiten belegte Tafel wird *elektrisches Quadrat*, *kleistsche Platte* genannt.

Condensator.

Dieser ist eines der wichtigsten elektrischen Instrumente, denn seine Bestimmung ist, wie schon der Name andeutet, die, schwache Elektricitäten von so geringer Spannung oder Repulsionskraft, dass sie nicht erkannt werden könnten, so zu verstärken, dass sie sich nun durch die gewöhnlichen Mittel erkennen lassen.



Seine Einrichtung ist im Wesentlichen folgende. Zwei eben geschliffene runde Metallplatten A und B (gewöhnlich von Messing) werden, jede auf eine Seite, mit einer sehr dünnen Harzschicht (am besten Bernsteinfirniss) überzogen.

Des bequemeren Gebrauchs wegen versieht man

die untere Platte mit einem massiven metallenen Fuss, in die Mitte der obern aber befestigt man einen isolirenden Handgriff M von gefirnisstem Glas. An der oberen Platte ist überdiss ein Metalldraht a befestigt, der in einen metallenen Knopf endet. Beim Gebrauch dieses Instruments legt man die Platten auf einander, berührt die untere B mit dem Finger und bringt die obere (Collectorplatte) A mittelst des metallenen Knopfs a mit dem Körper in Berührung, dessen elektrischer Zustand untersucht werden soll, und lässt diese Berührung einige Secunden, höchstens einige Minuten dauern. Man hebt hierauf die obere Platte an ihrem isolirenden Handgriff in so paralleler Richtung als möglich von der untern ab und untersucht ihre Elektricität, deren Intensität jetzt weit grösser ist, als sie seyn würde, wenn sie nicht in der Nähe der untern auf die angezeigte Weise sich befunden hätte, mit Hülfe eines Elektrometers. — (Ich werde weiter unten zeigen, wie der Condensator mit dem Elektrometer sehr bequem verbunden werden kann).

Man sieht, dass der Condensator im Wesentlichen mit der Leidner Flasche, und mit der Kleistschen Platte sogar

der Form nach, ganz übereinkommt. Die obere Platte des Condensators entspricht dem inneren, die untere dem äussern Beleg der Leidner Flasche, der Harzüberzug auf beiden Platten des Condensators aber der zwischen beiden Belegungen der Flasche befindlichen Glasplatte. Würden wir diese Glasplatte in zwei Hälften theilen, die von einander getrennt werden könnten, so hätten wir die Leidner Platte in einen Condensator verwandelt. Die Wirkungen der Flasche beruhen auch ganz auf demselben Princip, auf welchem die des Condensators beruhen. Die innere Belegung der Flasche würde nur einen geringen Grad von E. von dem Conductor einer Elektrisirmaschine aufnehmen können, wenn diese E. nicht durch die entgegengesetzte der äusseren Belegung grösstentheils gebunden, und dadurch die Capacität der inneren Belegung für E. vermehrt würde, wodurch sie befähigt wird, neue Mengen von E. aufzunehmen. Die Leidner Flasche ist daher im Grunde ein wirklicher Condensator, nur dient sie zu einem ganz andern Zweck, als der Condensator. Durch die Leidner Flasche soll eine E., die für sich schon eine bedeutende Spannung hat, noch weit mehr verstärkt werden. Die Dicke des Nichtleiters, durch welchen ihre beiden Belegungen von einander entfernt gehalten werden, darf desswegen nicht zu gering seyn, weil derselbe sonst vor vollendeter Ladung, durch das Streben der entgegengesetzten EE. nach Vereinigung, durchbrochen würde. — Durch den Condensator dagegen soll eine zwar in grosser Menge sich entwickelnde E., deren Spannung aber sehr gering ist, verstärkt werden; die Dicke der die beiden Platten trennenden Harzsicht muss daher so gering als möglich seyn, weil die E. der Collectorplatte um so mehr Electricum der untern Platte zersetzt, je geringer die Entfernung beider Platten ist. Alles dieses erklärt sich aus der Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen. Ein elektrisirter Körper strebt in andern Körpern, die in seinen elek-

trischen Wirkungskreis gebracht werden, eine der seinigen entgegengesetzte E. hervorzurufen, indem er diese anzieht (bindet), und die gleichnamige zurückstösst. Bringt man daher einen solchen Körper in die Nähe eines andern isolirten Körpers, der dieselbe Art von E. (z. B. + E.) besitzt, so wird die E. beider Körper eine grössere Spannung erhalten, d. h. mit verstärkter Kraft dieselben zu verlassen streben, denn zu ihrer eigenen Repulsivkraft kommt noch diejenige hinzu, welche die gleichnamige E. des in der Nähe befindlichen Körpers auf sie ausübt. Diese Körper verlieren daher, wenn sie in die Nähe von einander gebracht werden, von ihrer Fähigkeit, neue Quantitäten von derselben Art von E. in sich aufzunehmen, weil diese Fähigkeit ihre Grenze erreicht hat, wenn die Repulsivkraft (Spannung) der E. dem Druck der Luft, durch den sie zurückgehalten wird, gerade das Gleichgewicht hält. Diese Grenze wird daher früher erreicht seyn, wenn die Repulsivkraft der E., wie es hier der Fall ist, auch ohne wirkliche Vermehrung der Menge der E., verstärkt wird. Die *Capacität* der gleichnamig elektrisirten Körper für diese E. wird daher vermindert werden, wenn man sie einander nähert, und zwar um so mehr, je kleiner die Entfernungen werden, weil in demselben Grade die Repulsivkraft der E. dieser Körper verstärkt wird. Wirklich sieht man, wenn zwei isolirten Metallplatten dieselbe Art von E. mitgetheilt wird, dass Hollunderkugelchen, die an leinenen Fäden an den Platten aufgehängt sind, immer weiter divergiren, je mehr die Platten aneinander genähert werden. Dagegen wird, wenn zwei isolirte und auf entgegengesetzte Art elektrisirte Körper einander genähert werden, die *Capacität* dieser Körper für die Art von E., welche sie besitzen, um so stärker vermehrt, je mehr sie einander genähert werden, weil die E. eines jeden durch die entgegengesetzte E. des andern Körpers theilweise gebunden wird, ihre Intensität mithin geschwächt und der

Körper befähigt wird, neue E. von derselben Art aufzunehmen. — Betrachten wir nun den Fall, in welchem sich der Condensator befindet. Hier ist der elektrisirte Körper (die Collectorplatte) in der Nähe eines nicht elektrisirten, mit dem Boden in leitender Verbindung stehenden Körpers (der untern Metallplatte). Die E., welche die Collectorplatte erhält, sey z. B. + E., so wird sie - E. in der untern Platte anhäufen, und + E. in den Boden zurückstossen. Die Capacität der Collectorplatte für + E. wird nun aber dadurch, dass ein Theil ihrer + E. (nicht alle + E., da, wie bei der Leidner Flasche erörtert worden ist, ein Theil dieser + E. in freiem Zustand auf der Collectorplatte sich befindet) durch die - E. der untern Platte gebunden wird, vergrößert, sie kann neue Quantitäten von + E. bis zu einer bestimmten Grenze hin aufnehmen, die wir jetzt genauer untersuchen wollen.

Stellen wir uns vor, der Collectorplatte A werde die Quantität + A von positiver E. mitgetheilt. Diese + A wird eine Quantität von Elektrizität = - B in der untern Platte binden, und - B wird (wie bei der Leidner Flasche ausführlich gezeigt worden ist), wenn man von den Zeichen absieht, kleiner seyn als + A, d. h., wenn diese - B sich mit + A zu 0E. verbindet, so wird die Platte A freie positive Elektrizität behalten. Diese - B bindet nun auch ihrerseits eine Quantität + A' von der Elektrizität der Collectorplatte A, welche Quantität A' (abgesehen von den Zeichen) aus demselben Grunde kleiner ist als - B, aus welchem - B kleiner ist als + A, und die freie positive Elektrizität der Collectorplatte A wird also nur A - A' seyn. Die Collectorplatte wird daher weitere Mengen von Elektrizität aus der unerschöpflichen Elektrizitätsquelle, mit der wir sie in Berührung voraussetzen, aufzunehmen befähigt seyn, und zwar so lange, bis die Quantität von freier Elektrizität, welche sie unter dem Einfluss der ihr genäherten

untern Platte zeigt, gleich ist derjenigen Quantität von Elektrizität, welche sie von der unerschöpflichen Elektrizitätsquelle für sich, d. h. ohne mit der untern Platte in Verbindung zu stehen, aufnehmen würde, bis also $A - A' = E$, wenn wir E dieser letzteren Quantität von Elektrizität gleich setzen. Je geringer die Entfernung zwischen beiden Platten ist, je dünner also die auf ihnen aufgetragenen Harzsichten sind, desto weniger sind die Mengen von A und $-B$, und von $-B$ und A' von einander verschieden, weil A eine um so grössere Menge von OE . auf B zersetzt und $-B$ eine um so grössere Menge von positiver Elektrizität (A') auf A bindet, je geringer die Entfernung beider Platten ist. Nehmen wir an, dass $A : -B$ sich verhalte $= 1 : m$, so ist m nothwendig ein ächter Bruch, d. h. kleiner als die Einheit, weil A grösser ist, als $-B$; mA ist mithin $= -B$, und $mA + B = 0$. So wie nun aber A die $-B$ durch die Harzsicht hindurch neutralisirt, so neutralisirt diese $-B$ eine Portion A' von A durch dieselbe Harzsicht hindurch, und da wir $A : -B = 1 : m$ gesetzt hatten, so muss nun auch $-B : A' = 1 : m$ seyn, da $-B$, welches von derselben Entfernung aus A' neutralisirt, von welcher aus es von A neutralisirt wird, in demselben Verhältniss grösser seyn muss, als A' , in welchem A grösser ist als $-B$. Man hat daher ferner $A' = -mB$, und $A' + mB = 0$. Da nun auch $mA = -B$, mithin $m^2A = -mB$, und $-m^2A = +mB$, so erhält man, wenn in die Gleichung $A' + mB = 0$, $-m^2A$ statt des ihm gleichen $+mB$ gesetzt wird,

$A' - m^2A = 0$, und $A' = m^2A$. Die Quantität E von freier Elektrizität, welche die Collectorplatte für sich aus der unerschöpflichen Elektrizitätsquelle aufnehmen würde, war aber $= A - A'$.

Daher ist nun $E = A - m^2A = A(1 - m^2)$

$$\text{und } \frac{A}{E} = \frac{A}{A(1 - m^2)} = \frac{1}{1 - m^2}$$

Durch Division von A durch E erhält man die Zahl, welche anzeigt, wie oft E in A enthalten ist, ein wie Vielfaches also A (die ganze Menge von Elektrizität, welche die Collectorplatte durch ihre Berührung mit der untern Platte des Condensators erhält) von E, d. h. von derjenigen Menge von Elektrizität ist, welche die Collectorplatte für sich, ohne mit der untern Platte in Verbindung gesetzt zu seyn, aus der unerschöpflichen El. Quelle aufnehmen würde.

$\frac{A}{E}$ oder $\frac{1}{1-m^2}$ drückt also die *condensirende Kraft* des

Condensators aus. — Wir haben gesehen, dass die Zahl m immer kleiner als die Einheit, d. h. ein wahrer Bruch seyn muss, dass sie sich aber der Einheit, welche sie nie erreichen kann, um so mehr nähert, dass also m um so grösser wird, je kleiner die Entfernungen beider Platten des Condensators sind, je dünner also die sie trennende Harzschicht ist. Je grösser nun m wird, desto grösser wird auch m^2 , desto kleiner also $1-m^2$, ein desto grösseres Vielfaches ist daher A von E, d. h. desto grösser ist die condensirende Kraft des Condensators *). Ist z. B. die Entfernung beider Platten eine solche, dass 100 Theile der E. der obern Platte 99 Theile Elektrizität der untern Platte zu binden vermögen, dass also $A : B = 100 : 99 = 1 : m$

*) Es könnte daher zweckmässig scheinen, nicht beide Platten, sondern blos die untere mit einer Harzschicht zu versehen; dann würde aber leicht beim Aufsetzen der Collectorplatte durch Reibung ihrer metallenen Oberfläche gegen die Harzschicht der untern Fläche, E. entwickelt und dadurch das Resultat des Versuchs unsicher werden können. Sind *beide* Platten mit einer Harzschicht versehen, so hat man dieses nicht zu befürchten, da gleichartige Körper gegen einander gerieben nicht leicht E. entwickeln.

$$\text{folglich } m = \frac{99}{100} \text{ ist, so ist } m^2 = \frac{9801}{10000}; 1 - m^2$$

$$= \frac{199}{10000}; \frac{1}{1 - m^2} = \frac{10000}{199} = 50; \text{ d. h. die Collector-}$$

platte nimmt, wenn sie mit irgend einem unerschöpflichen Elektrizitätsquell in Verbindung gesetzt wird, unter dem Einfluss der unteren Platte 50 mal mehr E. auf, als sie, ohne diesem Einfluss ausgesetzt zu seyn, aufnehmen würde.

Ich will nur einen der Wege andeuten, auf welchem man zur Ausmittelung der condensirenden Kraft eines gegebenen Condensators durch die Erfahrung gelangt. Zu diesem Zweck müssen beide Platten mit einem isolirenden Handgriff versehen seyn, um die Intensität der Elektrizität beider untersuchen zu können. Während der Collectorplatte E. mitgetheilt wird, ist die untere mit dem Boden in leitender Verbindung, welche sofort aufgehoben wird, worauf man die Platten, an ihren isolirenden Handgriffen sie haltend, von einander entfernt. Die Collectorplatte hat jetzt A, die untere Platte — B. Man untersucht nun die Spannung der E. an beiden Platten, welche diese an zwei gleich gelegenen Stellen ihrer Oberfläche zeigen. Ich werde weiter unten andeuten, wie dieses mittelst Coulomb's Drehwage geschehen kann. Da die Elektrizitäten an beiden Platten im Zustand der Freiheit sich befinden, so werden diese Spannungen die Quantitäten der Elektrizitäten an diesen einander entsprechenden Stellen der Platten, und da die Platten selbst gleich geformt und gleich gross sind, die Quantitäten der auf den ganzen Platten vorhandenen Elektrizitäten messen. Man erfährt also auch auf diese Weise das Verhältniss von A : — B oder von A : — mA, und somit lässt sich die Zahl m und $\frac{1}{1 - m^2}$, d. h. die condensirende Kraft berechnen.

Der Condensator hatte ursprünglich eine ganz andere Einrichtung, die ich nicht unerwähnt lassen kann. Er be-

stand nemlich blos aus einer oberen Metallplatte (Collectorplatte), die auf einen ebenen *Halbleiter*, oder eine ebene, schlecht leitende Substanz, am besten aus weissem Carraramarmor, gesetzt wurde. Die Harzschicht zwischen beiden Platten fehlte ganz. Ein solcher Halbleiter nimmt durch Mittheilung so gut wie keine Elektricität von der elektrisirten Collectorplatte auf, wobei noch überdiss die Schwierigkeit der Mittheilung wegen der Plattenform und die geringe Spannung der El. in Betracht kommt, während die Wirkungen der Vertheilung dennoch statt finden.

Der Condensator gibt nicht blos das Vorhandenseyn freier E., sondern auch die relative Intensität z. B. von zwei unerschöpflichen Elektricitätsquellen zu erkennen. Es leuchtet nemlich ein, dass wenn man *mittelst eines und desselben Condensators* die El. zweier Elektricitätsquellen untersucht, die erhaltenen Ausschläge die *Verhältnisse* der el. Spannung beider El. Quellen anzeigen, weil die El. in beiden Fällen um ein Gleichvielfaches verstärkt wird.

Ich habe mich lange bei dem Condensator aufgehalten, weil er in der That das wichtigste elektrische Instrument auch für den Chemiker ist, indem die El., welche sich bei verschiedenen chemischen Processen entwickelt, gewöhnlich erst mit Hülfe des Condensators wahrnehmbar gemacht werden kann. Namentlich hat man auch mittelst des Condensators bewiesen, dass durch die blosse Berührung heterogener Körper, z. B. der Metalle, E. erregt wird, und gerade diese Art der Elektricitäts-Erregung ist, wie wir später sehen werden, die eigentliche Grundlage, auf welche sich die elektrochemische Theorie stützt.

Elektroskop, Elektrometer.

Alle leichte Körper, welche die E. leiten, können als Elektroskope benützt werden, wenn man ein Paar solcher Körper neben einander aufhängt und ihnen E. mittheilt: sie werden dann,

dann, je nach der Intensität dieser E., mehr oder weniger stark auseinander gehen. So stellen zwei Holländerkügelchen, die an den beiden Enden eines leinenen Fadens (der die E. gut leitet) aufgehängt sind, ein Elektroskop dar: man isolirt den leinenen Faden, indem man denselben an einem seidenen aufhängt.



Gewöhnlich bedient man sich zweier Stroh-
halmchen oder zweier Streifen von Blattgold, die
parallel und ganz nahe an einander an zwei klei-
nen metallenen Ringen herabhängen, die an ihrem
obern Ende an einem gemeinschaftlichen, gleich-
falls metallenen, Stiel befestigt sind, der in einen runden
Knopf ausgeht. Theilt man daher diesem Stiel E. durch den
Knopf mit, so pflanzt sich diese zu den Metalldrähten,
von diesen zu den Strohalmchen oder Goldblättchen fort,
welche sie nun durch ihr Auseinandergehen anzeigen. Es ist
klar, dass je weniger der Stiel selbst von der mitgetheilten
E. zurückhält, je kleiner also seine Oberfläche ist, je leicht-
ter ferner die Strohalmchen oder Goldblättchen sind, je
mehr Freiheit in der Bewegung ihnen die Art des Aufhän-
gens gestattet, desto empfindlicher dieser Apparat werden
muss. Um die Bewegungen der Luft und anderer Zufälle zu
verhüten, schliesst man den ganzen Apparat in eine Glas-
flasche ein, deren Hals, der vollständiger Isolirung wegen,
mit Gummilack überfirnisst wird; blos der oberste Theil des
Stiels ragt über die Flasche hervor. Parallel der Ebene, in
welcher sich die Strohalmchen oder Goldblättchen (Streifen)
bewegen, befindet sich eine Fläche, auf welcher eine kleine
Kreiseintheilung verzeichnet ist, um die Weite des Ausein-
anderweichens zu messen; die 0 dieser Eintheilung entspricht
der parallelen Lage der Streifen, bei welcher sie keine E.
zeigen. Es ist übrigens einleuchtend, dass die Grade dieser
Kreiseintheilung, wenn sie gleich gross gemacht werden,

den Graden der mitgetheilten E. nicht proportional seyn können, da die Kraft, mit welcher die Schwere die Streifen in die verticale Richtung zurückzuführen strebt, in dem Maass zunimmt, als sie schief geworden sind, die Abstossungskraft also, welche die Streifen auseinanderhält, mehr als doppelt so gross seyn muss, wenn die Weite des Auseinandergehens sich auf das Doppelte vergrössert. Solche Instrumente verdienen also nicht den Namen eines Elektrometers, sondern nur den eines *Elektroskops*, denn so viel ist allerdings ausgemacht, dass ein stärkeres Auseinanderweichen der Halme einem stärkern Grad von E. entspricht.

Aus der Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen ergibt sich nun Folgendes:

1) Wenn man einen elektrisirten Körper in eine solche Nähe von dem Elektroskop bringt, dass letzteres von dem ersteren keine E. durch Mittheilung erhalten kann, so gehen die Streifen mit derselben E. auseinander, welche die des elektrisirten Körpers ist. Hat nemlich dieser Körper $\pm E.$, so wird die $\mp E.$ des Elektroskops gebunden, die $\pm E.$ desselben dagegen abgestossen und treibt die Streifen auseinander.

2) Entfernt man den elektrisirten Körper von dem Elektroskop so weit, dass letzteres nicht mehr in dem Wirkungskreis des ersteren sich befindet, so gehen die Streifen wieder zusammen, die elektrischen Erscheinungen des Elektroskops sind verschwunden, indem sich jetzt die abgestossene $\pm E.$ mit der gebundenen $\mp E.$ wieder zu OE. verbindet.

3) Berührt man den Knopf des Elektroskops mit dem Finger, während sich dasselbe in dem Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers befindet, entfernt man hierauf zuerst den Finger, und hernach auch den elektrisirten Körper, so hat man dem Elektroskop bleibende E. mitgetheilt, und zwar eine solche, welche der des elektrisirten Körpers entgegengesetzt ist. — Wenn nemlich die E. des elektrisirten Körpers $\pm E.$ ist, so leitet man durch den Finger die abge-

stossene \pm E ab, die Streifen können daher, während der Finger den Knopf berührt, nicht auseinander gehen. Entfernt man aber den Finger, und dann den elektrisirten Körper, so kann sich die zuvor gebundene \mp E., die in ihrem gebundenen Zustand die Streifen nicht auseinander treiben konnte, frei in dem Elektroskop bewegen und treibt die Streifen auseinander. Eine Siegellackstange wird durch Reiben negativ, eine Glasstange positiv elektrisch: man kann daher durch das angezeigte Verfahren mittelst einer geriebenen Siegellackstange einem Elektroskop bleibende $+$ E., mittelst einer geriebenen Glasstange aber bleibende $-$ E. mittheilen. (Dass das Wort „mittheilen“ hier nicht in der gewöhnlichen Bedeutung zu nehmen ist, wird kaum nöthig seyn zu bemerken).

4) Die Elektroskope dienen nicht blos zur Wahrnehmung freier E. überhaupt, sondern man kann auch mittelst derselben die *Art* der freien E. erkennen. — Man theile, auf die in n^o. 3. angegebene Weise, einem Elektroskop eine bekannte Art von E., z. B. $+$ E. mit, so dass die Streifen durch $+$ E. aus einander getrieben werden. Will man nun erfahren, welche Art von E. irgend ein Körper durch Reiben angenommen habe, so nähert man denselben von einer bedeutenden Entfernung aus ganz allmählig dem Elektroskop, bis man eine Bewegung an den Streifen wahrnimmt. Gehen die Streifen noch weiter auseinander, so hat der geriebene Körper $+$ E., denn da die Streifen ursprünglich mit $+$ E. auseinandergehen und bei der Annäherung des elektrisirten Körpers noch weiter auseinandergehen, so muss die E., welche ihnen zugeführt wird, ebenfalls $+$ E. seyn, da sie, wenn es $-$ E. wäre, vielmehr zusammengehen würden, indem diese $-$ E. mit einem Theil der $+$ E. zu OE. sich vereinigen müsste. Die E., welche in die Streifen getrieben wird, ist aber von derselben Art mit derjenigen, welche der dem Elektroskop genäherte elektrisirte Körper besitzt, mithin hat dieser letztere $+$ E. Gehen dagegen die

Streifen, welchen $+E$. mitgetheilt wurde, bei der Annäherung des elektrisirten Körpers zusammen, so hat dieser $-E$. — Man muss den geriebenen Körper nur langsam dem Elektroskop nähern, weil man sonst leicht ein falsches Resultat erhalten könnte. Wenn nemlich die Streifen des Elektroskops mit $+E$. auseinandergehen, und man nähert demselben einen Körper, der $-E$. hat, so werden die Streifen so lange zusammengehen, bis die in dieselben durch den Einfluss des elektrisirten Körpers zurückgestossene $-E$. ihre $+E$. zu $0E$. neutralisirt hat; nähert man dann den Körper noch mehr, so werden sie wieder, und zwar mit $-E$. auseinander gehen, und können sogar weiter auseinander gehen, als sie die ihnen ursprünglich mitgetheilte $+E$. auseinander getrieben hatte. Man könnte daher, wenn man den elektrisirten Körper *sehr schnell* dem Elektroskop nähern und das anfängliche Zusammensinken der Streifen übersehen würde, leicht getäuscht werden und glauben, der Körper habe durch Reiben $+E$. erhalten, während er doch wirklich $-E$. erhalten hatte.

Es ist sehr zweckmässig, das Elektroskop mit dem Condensator zu verbinden; ein solches Instrument heisst ein *condensirendes Elektroskop*. Man schraubt den Knopf des



Elektroskops ab, und statt desselben die untere Platte des Condensators auf, die nun durch die Glaswände des Elektroskops isolirt ist und als Collectorplatte dient, indem man sie mittelst eines Metalldrahts mit dem unerschöpflichen Elektrizitätsquell in Verbindung bringt, und die obere Platte mit dem Finger berührt. Nach kurzer Zeit unterbricht man jene Verbindung, indem man, um Berührung zu vermeiden, den Draht, der die Verbindung bewirkte, mit einem Isolirstäbchen entfernt, und hebt dann die obere Platte an ihrem isolirenden Handgriff ab. Die Streifen des Elektroskops gehen nun mit der verstärkten E . des Elektrizitätsquells auseinander. — Findet man es bequemer, sich der oberen Platte als eines Collectors zu bedienen, so bringt man diese mit dem

Elektricitätsquell in Verbindung, berührt die untere, d. h. die an das Elektroskop aufgeschraubte Platte mit dem Finger, entfernt den Finger nach einiger Zeit, und hebt hierauf die obere Platte an ihrem isolirenden Handgriff ab: die Streifen des Elektroskops gehen jetzt, was man nicht vergessen darf, mit einer E. auseinander, welche derjenigen des Elektricitätsquells entgegengesetzt ist. Diese E. ist zwar, wie aus der Theorie des Condensators erhellt, ihrem Grad nach etwas schwächer, als wenn die E. des Elektroskops von derselben Art ist, wie die des Elektricitätsquells, aber der Unterschied ist um so unbedeutender, je dünner die die Platten des Condensators von einander trennende Harzschicht ist.

Weit mehr, als die gewöhnlichen Strohhalm- und Blattgold-Elektroskope, verdient die *Coulomb'sche Drehwage* den Namen eines Elektrometers. Diese besteht dem Wesentlichen nach in einem verticalen Metalldraht, dessen oberes Ende an einem festen Punkt befestigt ist, während das untere durch ein kleines Gewicht gespannt wird und eine horizontale Nadel trägt. Man lässt die elektrischen Abstossungen auf das Ende dieser Nadel wirken, und misst ihre Intensität durch den Winkel, um welchen sie die Nadel aus der Lage ihrer Ruhe ablenken; kurz man wiegt gleichsam diese Abstossungen durch die Kraft der Drehung, die, wie die Erfahrung zeigt, dem Drehungswinkel stets proportional ist. — Die Nadel wird aus Gummilack, einer sehr gut isolirenden Substanz, gefertigt, und an ein Ende derselben wird ein Hollunderkugelchen befestigt. Neben diesem Hollunderkugelchen wird ein anderes in der gleichen Horizontalebene an einem unbeweglichen, ganz dünnen Cylinder von Gummilack befestigt. Werden nun beide Kugeln, oder auch nur eine, mit einem elektrisirten und isolirten Körper berührt, so werden sie durch Mittheilung und zwar gleichartig elektrisch, stossen folglich einander ab; da jedoch nur die an der Nadel befestigte Kugel beweglich ist, so wird sich die

Nadel um einen gewissen Winkel drehen, und nach einigen Oscillationen bei einem gewissen Punkt des Gleichgewichts stehen bleiben, den man an der angebrachten Gradeintheilung findet. Dann wird der Grad der Kraft, mit welcher sich der Draht vermöge seiner Elasticität zurückzudrehen strebt, der Abstossung der beiden Kugeln das Gleichgewicht halten, mithin zum Maass dieser Abstossungen dienen können.

Mittelt der Drehwage kann man den Grad der E. auf den beiden Platten des Condensators, und damit dessen condensierende Kraft bestimmen. Mittelt des Prüfungsscheibchens *) entzieht man gleich gelegenen Stellen der beiden Platten Electricität, berührt hierauf mit demselben, nachdem ihm die E. einer der Platten mitgetheilt worden ist, die Kugeln der Wage, und misst den Drehungswinkel; man wiederholt den Versuch mit der andern Platte: die so bestimmten Drehungswinkel sind dem Grad der E. auf beiden Platten proportional.

Um diese Wage für elektrische Versuche noch empfindlicher zu machen, hat Coulomb dem Metalldraht einen einfachen Coconfaden (Seidenfaden) substituir.

El. Entwicklung durch vom Reiben verschiedene mechanische Einwirkungen der Körper auf einander.

Wir haben bis jetzt nur eine Art betrachtet, wie durch mechanische Einwirkung der Körper auf einander Electricität erregt werden kann, nemlich die durch *Reiben*; wir haben dann weiter gesehen, wie durch die einmal erregte E., indem man sie von einer gewissen Entfernung aus auf nichtelektrisirte Körper einwirken lässt, durch die *Vertheilung*, Electricität hervorgerufen werden kann, wie ferner die Körper von andern E. durch *Mittheilung* erhalten können,

*) Das Prüfungsscheibchen ist ein kleiner an einem isolirenden Handgriff befestigter Leiter, z. B. ein kleines Goldpapierscheibchen, welches an einem Gummilackfaden befestigt ist.

wobei wir aber bemerkt haben, dass diese sogenannte Mittheilung grösstentheils auf einer Vertheilung beruht.

El. Erregung durch Druck.

Das Reiben ist die gewaltsamste Art der mechanischen Einwirkung der Körper auf einander; eine viel gelindere Art ist der blosse *Druck*, durch welchen ebenfalls bei allen Körpern E. erregt werden kann. Jedes Reiben ist zwar mit einem Druck verbunden, aber man muss doch die Elektricitäts-erregung durch Druck als eine besondere von derjenigen durch Reiben unterscheiden, weil die Erfahrung lehrt, dass das el. Verhalten zwischen zwei Körpern, wenigstens sehr oft, entgegengesetzt ausfällt, je nachdem sie durch Druck oder durch Reiben auf einander einwirken. — Auch in Beziehung auf die E. Erregung durch Druck scheint dasselbe Gesetz zu gelten, welches für die E. Erregung durch Reiben gilt, dass nemlich, wenn A gegen B gedrückt, + E. (B daher — E.), und B gegen C gedrückt ebenfalls + E. annimmt, auch A gegen C gedrückt + E. annimmt. Einige Körper werden durch den schwächsten Druck schon elektrisch und halten die E. sehr hartnäckig zurück, so namentlich der isländische Doppelspath (kohlensaurer Kalk), wenn er nur einen Augenblick zwischen trockenen Fingern gedrückt wird; er verliert die E. nicht, wenn man ihn mit einem Leiter berührt, ja selbst, wenn man ihn ins Wasser taucht. Andere Körper dagegen vermögen die durch Druck erhaltene E. nicht so gut festzuhalten, so dass man dieselben isoliren muss, um die E. bemerklich zu machen.

El. Erregung durch blosse Berührung.

Die sanfteste mechanische Einwirkung der Körper auf einander endlich ist die der *blossen wechselseitigen Berührung*. Alle heterogene Körper werden durch blosse Berührung miteinander elektrisch, der eine immer positiv, der andere ne-

gativ. Diese Art der Elektricitäts-Erregung ist für den Chemiker ohne alle Vergleichung die wichtigste: auf ihr beruht die sogenannte *galvanische Elektricität*. Wir werden weiter unten ausführlicher darauf zurückkommen.

El. Erregung beim Schmelzen und Gefrieren der Körper.

An die mechanischen Erregungsarten der E. durch Reiben, Druck, bei welchen eine deutliche Beziehung zur Cohäsion der Körper statt findet, schliessen sich diejenigen an, welche von einer Veränderung des Aggregationszustandes der Körper abhängen, namentlich die Erregungsarten der E. beim *Schmelzen* und *Gefrieren*. Schwefel und Chocolate z. B., die in einem Gefäss geschmolzen, abgekühlt und dann herausgenommen werden, zeigen sich stark el., besonders wenn das Gefäss mit einem Leiter in Verbindung war. Diese El. Entwicklung scheint jedoch nicht vom Schmelzen an sich, sondern vom Reiben abzuhängen, welches in solchen Fällen unter besonders günstigen Umständen wirken kann. — Die El. Entwicklung, welche sich zeigt, wenn Wasser in einem aussen mit Metall belegten Glas schnell gefriert, scheint jedoch nicht auf die El. Entwicklung durch Reiben zurückgeführt werden zu können, indem das Wasser hierbei +E. annimmt, während sonst Eis an Glas gerieben — E. erhält; vielleicht ist sie in einem Druck des entstehenden Eises gegen das Glas begründet.

El. Erregung bei der Trennung der Körpertheile.

Eine weitere sehr interessante Art der Elektricitäts-Entwicklung ist die, welche sich *bei der Trennung der Körpertheile* zeigt, sey es nun, dass diese in einer mechanischen Trennung fester Körper bestehe, oder in einer Verdampfung von Flüssigkeiten von Körpern hinweg, welche sie aufgelöst erhalten hatten.

So zeigt sich beim Auseinanderreißen mehrerer leicht spalt-

barer Mineralien eine El. Entwicklung, und zwar nehmen die beiden Stücke entgegengesetzte El. an. Wenn man nach Becquerel eine Platte sibirischen Glimmer an einem Ende spaltet, die beiden Theile an isolirenden Stäben befestigt und mittelst dieser von einander losreisst, so zeigt sich im Dunklen ein heller bläulicher Blitz an den Stellen der Oberfläche, die auseinander gehen, und die beiden von einander gerissenen Platten zeigen starke entgegengesetzte Electricitäten. Dieser Erfolg findet immer statt, die Glimmerblättchen mögen auch noch so dünn seyn, und da sich diesernach vermuthen lässt, dass er auch bei der Trennung zweier Atome von Glimmer statt finden würde, so ist diese Thatsache für die Theorie der Cohäsion und Krystallisation von grosser Wichtigkeit. — Ebenso entwickelt sich nach Pouillet E., wenn Flüssigkeiten von Substanzen wegdampfen, mit welchen sie chemisch verbunden waren, oder auf welche sie bei der Verdampfung chemisch einwirken; die Verdampfung *an sich* hat aber durchaus keine El. Entwicklung in ihrem Gefolge. Reines Wasser, ganz concentrirtes Vitriolöl, welches als Ganzes verdampft, so wie ganz concentrirte Salpetersäure entwickeln keine E., *wenn sie von Körpern wegdampfen, auf welche sie nicht chemisch einzuwirken vermögen*, wie z. B. von Platin; dagegen entwickelt sich E., wenn man Wasser, dem nur sehr wenig Schwefelsäure beigemischt wird, oder Auflösungen von fixen Alkalien, alkalischen Erden in Wasser, oder wässriges Ammoniak so weit erhitzt, dass sie Dämpfe bilden. Es zeigt sich hierbei der merkwürdige und für die elektrochemische Theorie sehr wichtige Umstand, dass das Wasser, welchem verschiedene Säuren zugemischt waren, + E., folglich die Dämpfe, welche von demselben sich erhoben, d. h. Wasserdämpfe, — E., dass ferner die Auflösungen des Kalis, Natrons, Baryts, Kalks in Wasser + E., mithin die von denselben sich erhebenden Wasserdämpfe — E., dagegen das wässrige Ammoniak, welches

beim Erhitzen vorzugsweise Ammoniakgas verliert, und sich allmählig in Wasser verwandelt, — E., folglich die von demselben sich erhebenden Dämpfe + E. annehmen. Demnach nimmt das Wasser beim Verdampfen aus alkalischen Auflösungen, in welchen es die Rolle der Säure spielt, — E., beim Verdampfen aus sauren Auflösungen, in welchen es die Rolle der Basis spielt, + E. an. Hierbei ist jedoch zu erinnern, dass nicht diejenige Portion Wasser verdampft, welche wirklich die Rolle der Säure oder Basis übernimmt, und dass nicht alle Säuren und Basen eine innige chemische Verbindung mit dem Wasser eingehen. — Verschiedene im Wasser aufgelöste Salze, sie mögen nun neutral, basisch oder sauer seyn, wirken in Beziehung auf die Art der entwickelten E. wie die Säuren, d. h. die von solchen Flüssigkeiten sich erhebenden Dämpfe nehmen + E. an.

Diese Versuche sind leicht anzustellen. Man bringt die untere Platte des Condensators mittelst eines Metalldrahts mit einem Platinschälchen in Verbindung, in welches die zu untersuchende Flüssigkeit gegossen wird, welche man mittelst eines Brennglases erhitzt; am sichersten wäre es, wenn die untere Platte selbst Platin wäre, und mit einem in ein Schälchen endenden Platindraht in Verbindung gesetzt würde. Man kann auch die untere Platte mit einem Messingstab in Verbindung setzen, der in eine Messingplatte endet, auf den man einen glühenden Platintiegel u. s. f. stellt, in welchen die zu untersuchende Flüssigkeit gegossen wird.

Während beim Verdampfen von Wasser aus Platingefäßen, die keine zersetzende Einwirkung auf dasselbe äussern, keine El. Entwicklung statt findet, so findet dagegen eine solche statt, wenn Wasser aus einem glühenden Eisen- oder Kupfer-Tiegel, welche Metalle durch dasselbe oxydirt werden, verdampft; das Elektrometer erhält dabei — E., der Dampf folglich + E.

El. Erregung bei der Verbindung der Körpertheile.

Auch bei der Verbindung der Kohle und des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff hat Pouillet Elektrizitäts-Entwicklung wahrgenommen: die Kohle und der Wasserstoff nehmen $-E.$, die gebildete Kohlensäure und die Wasserdämpfe $+E.$ an.

Um dieses zu zeigen, schneidet man einen Kohlencylinder, stellt ihn mit seiner Basis auf die mit dem Condensator verbundene Platte und zündet sein oberes Ende an; man erhält auf diese Weise die $-E.$, welche die Kohle annimmt. Fängt man zugleich das gebildete kohlensaure Gas in der Entfernung von einigen Zollen mit einer Messingplatte auf, die mit einem zweiten Condensator in Verbindung steht, so lässt sich auch die entgegengesetzte $+E.$, welche die Kohlensäure angenommen hat, nachweisen. Bei der Verbrennung des Wasserstoffgases verfährt man auf folgende Weise. Man lässt das Wasserstoffgas aus einer Glasröhre ausströmen, so dass es, an der Mündung derselben angezündet, eine verticale Flamme von ungefähr 3 Zoll Länge auf 4—5 Linien Breite hat. Die Elektrizität wird dem Condensator durch einen Platindraht zugeführt, der in eine Spirale aufgerollt ist. Ist die Spirale so weit, dass sie nur das Äussere der Flamme berührt, so erhält man $+E.$; steckt man die Spirale bis ungefähr zur Hälfte des glänzenden Theils der Flamme hinein, so erhält man keine deutliche Zeichen von $E.$; nimmt man dagegen eine Spirale von so kleinem Durchmesser, dass sie, wenn sie in das Innere der Flamme eingesenkt wird, von allen Seiten wohl eingeschlossen ist, so erhält man $-E.$ Das Innere der Flamme, welches von dem Wasserstoffgas ausgefüllt wird, das erst, wenn es nach aussen gelangt, verbrennt, hat also $-E.$, der äussere Umfang derselben, den die durch die Verbrennung gebildeten Wasserdämpfe einnehmen, $+E.$, und in der Flamme selbst gibt es eine in Beziehung auf Elektrizität indifferente Schicht. — Verschiedene unbedeutende Umstände können übrigens auf diese sehr delicatesen Versuche störend einwirken.

El. Entwicklung beim Erwärmen gewisser krystallisirter Körper; Pyroelektricität.

Endlich entwickelt sich auch *beim blossen Erwärmen gewisser krystallisirter Körper* Elektricität, und zwar vorzüglich, doch nicht ausschliessend, beim Erwärmen solcher Körper, welche an ihren beiden Enden unsymmetrisch krystallisirt sind, d. h. nicht dieselben Flächen oder nicht dieselbe Anzahl von Flächen besitzen, wie dieses namentlich bei dem Turmalin der Fall ist, der diese Eigenschaft, durch Erwärmung elektrisch zu werden, in ausgezeichnetem Grade besitzt. Solche Körper nennt man *pyroelektrische*.

Diese Eigenschaft ist jedoch nicht durch die Wärme *an sich* bedingt; denn ein Turmalin-Krystall, der so weit erhitzt worden ist, dass er sich an seinen beiden Enden elektrisch zeigen würde, wenn man den äusseren Wärmequell entweder entfernte, so dass er sich wieder abkühlen müsste, oder wenn man diesen Wärmequell so fortwirken liesse, dass die Temperatur des Krystalls noch ferner sich erhöhte, zeigt keine Spur von E., wenn seine Temperatur stationär wird, d. h. wenn der äussere Wärmequell in einem solchen Grade einwirkt, dass die Temperatur des Krystalls sich gleich bleibt. Nur also in dem Fall, wenn die erhöhte Temperatur des ganzen Krystalls *fällt*, oder noch mehr *steigt*, zeigt sich E. an beiden Enden desselben, und zwar ist die E. des einen Endes der des andern entgegengesetzt: die entwickelte Elektricität ist eine *polarische*.

Diese Elektricitäts-Entwicklung nimmt erst bei einer über $+ 30^{\circ}$ erhöhten Temperatur ihren Anfang, und dauert bei stärkerer Erhitzung fort, so lange die Temperatur nur nicht stationär wird. Ist dieses der Fall, so hört sie auf, beginnt mit dem Fallen der Temperatur sogleich wieder, aber auf eine umgekehrte Weise, nemlich so, dass das früher positive Ende des Krystalls negativ, und das negative positiv wird.

Man hat auch bemerkt, dass die E., welche der Turmalin beim Erkalten von einer hohen Temperatur annimmt, stärker ist als die, welche er bei steigender Erwärmung bis zu dieser Temperatur erhält, und dass die Stärke der E. nicht, wie man hätte erwarten können, mit der Grösse der Temperaturveränderungen im Verhältniss steht; dass ferner, wenn man einen Turmalin in dem Zustand, in welchem er polarische E. zeigt, in zwei Stücke zerbricht, beide Stücke polarische E. zeigen. Das merkwürdigste ist aber, dass wenn man nur einen der Pole des Turmalins erhitzt oder erkältet, dieser nach den Versuchen von Becquerel die Art von E. annimmt, welche er angenommen haben würde, wenn der ganze Krystall erhitzt oder erkältet worden wäre, dass dann aber der andere Pol so lange keine E. zeigt, als die erhitzende oder erkältende Ursache ihren Einfluss auf ihn noch nicht ausgeübt hat, so dass also in diesem Fall (da auch an keiner andern Stelle des Krystalls die entgegengesetzte E. wahrgenommen werden konnte) nur *eine* Art von E., die vom Pol aus allmählig abnimmt, ohne gleichzeitiges Hervortreten der entgegengesetzten, erregt würde; eine Erfahrung, die, wenn sie sich bestätigte, ganz isolirt dastehen und aus dem, was wir bis jetzt von der Elektrizität wissen, nicht erklärbar seyn würde.

Die E. des Turmalins hat in den Spitzen desselben ihren Sitz, sie nimmt an beiden Enden, von den Spitzen des Krystalls gegen dessen Mitte, sehr schnell ab, so dass sie schon in sehr geringer Entfernung von den Spitzen beinahe Null ist.

Nach Brewster zeigt sich sogar das *feinste Pulver* des Turmalins noch pyroelektrisch; diese Eigenschaft kann daher nicht auf der Structur des ganzen Krystalls beruhen.

Es gibt, ausser dem Turmalin, eine Menge von Mineralien, und noch überdiss eine Menge künstlich dargestellter Salze, welche ähnliche pyroelektrische Erscheinungen zeigen.